

Optimising laser beam process quality, esp. ceramic cutting - includes measuring the intensity of e.g. UV and comparing against threshold value, increasing threshold value and measuring again when penetration occurs

Veröffentlichungsnummer DE4124162

Veröffentlichungsdatum: 1992-12-03

Erfinder

Anmelder:

Klassifikation:

- Internationale: B23K26/03; B23K26/02; (IPC1-7): B23K26/00; B28D1/22; C04B41/00

- Europäische: B23K26/03

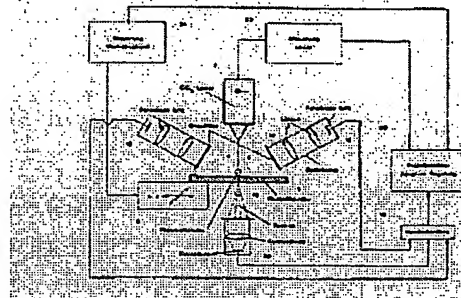
Anmeldenummer: DE19914124162 19910720

Prioritätsnummer(n): DE19914124162 19910720

Report a data error here

Zusammenfassung von DE4124162

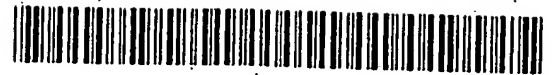
Optimising the quality of a laser beam process, esp. during cutting ceramics, includes measuring the intensity of a UV- and UR plasma jet, determining the mean plasma jet intensity, and comparing the intensity with a threshold value. The threshold value of the mean plasma jet intensity is increased and the intensity of the plasma jet on the surface of the material to be washed is measured. The penetration of the laser beam through the material is determined, and the intensity of the plasma jet when the laser beam penetrates, is used as the threshold value. ADVANTAGE - The process is simple and ensures optimum quality.



Daten sind von der esp@cenef Datenbank verfügbar - Worldwide

YPO 215-100-1000

THIS PAGE BLANK (USPTO)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 41 24 162 C 1

51 Int. Cl.⁵:
B 23 K 26/00
C 04 B 41/00
B 28 D 1/22

21 Aktenzeichen: P 41 24 162.2-34
22 Anmeldetag: 20. 7. 91
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 3. 12. 92

DE 41 24 162 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Overmeyer, Ludger, Dipl.-Ing.; Alvensleben,
Ferdinand von, Dipl.-Ing.; Emmelmann, Claus,
Dipl.-Ing., 3000 Hannover, DE

74 Vertreter:

Leine, S., Dipl.-Ing.; König, N., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 3000 Hannover

72 Erfinder:

gleich Patentinhaber

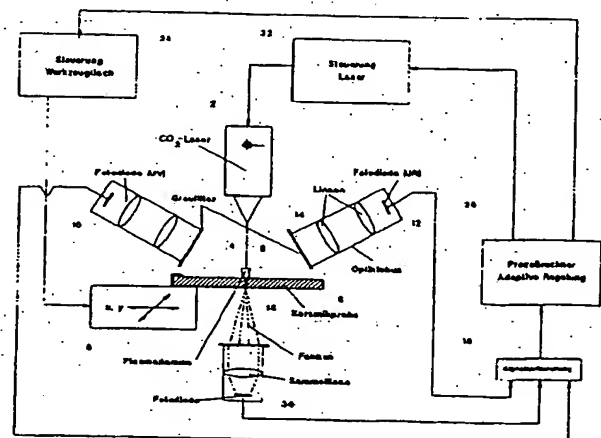
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 38 20 848 C2
DE 39 08 187 A1
DE 35 07 299 A1
DE 33 32 531 A1

Alavi, M., u.a., »Lichtemission während des
Laserschweißprozesses«, in: Laser und Opto-
elektronik, 1989, H. 3, S. 69-72;

54 Verfahren und Vorrichtung zur Qualitätsoptimierung bei der Laserstrahl-Materialbearbeitung; insbesondere beim Schneiden von Keramikwerkstücken

57 Bei einem Verfahren zur Qualitätsoptimierung bei der Laserstrahl-Materialbearbeitung, insbesondere der Keramikbearbeitung, wird die Intensität der UV- und UR-Plasmastrahlung laufend gemessen und wird aus den gemessenen Intensitäten die mittlere Plasmastrahlungsintensität errechnet und mit einem zuvor experimentell ermittelten Sollwert verglichen. Aus der ermittelten Abweichung werden Stellwerte für die Prozeßparameter ermittelt zur Minimierung der Abweichung der gemessenen mittleren Plasmastrahlungsintensität vom Sollwert. Zur Ermittlung des Sollwertes der mittleren Plasmastrahlungsintensität wird die mittlere Laserstrahlleistung allmählich erhöht und wird die Intensität der Plasmastrahlung auf der Oberseite des bearbeiteten Materials gemessen. Der Durchtritt des Laserstrahles durch das Material wird meßtechnisch erfaßt und die beim Durchtritt vorhandene Intensität der Plasmastrahlung wird gemessen und als Sollwert zur Verfügung gestellt.



DE 41 24 162 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Qualitätsoptimierung bei der Laserstrahl-Materialbearbeitung, insbesondere beim Schneiden von Keramikwerkstücken.

Aus der Veröffentlichung "Laser und Optoelektronik", 21(3), 1989, Seite 69 ff. ist eine Meßvorrichtung bekannt, die eine optische Anordnung zur selektiven UR- und UV-Signalerfassung, einen akustischen Sensor, einen Mehrkanal-Transientenrecorder und einen Rechner aufweist. Mit Hilfe der Meßvorrichtung wurde versucht, den Zusammenhang zwischen den optischen und akustischen Signalparametern und den Phasen des Laserschweißprozesses zu ermitteln. Es konnte eine Korrelation zwischen den optischen Meßgrößen (reflektierte Strahlungsintensität) und der Leistungsdichte des Laserstrahles ermittelt werden. Die prinzipielle Verwendung dieser Korrelation zur On-Line-Überwachung des Schweißprozesses wird in der Veröffentlichung angesprochen. Vorschläge zur Realisierung einer Qualitätskontrolle und -optimierung werden nicht gemacht.

Aus "OPTO ELEKTRONIK MAGAZIN", Vol. 5, Nr. 6, 1989, Seite 548 ff. sind experimentelle Grundlagenuntersuchungen zum Lasertrennen bekannt. Mit Hilfe eines Endoskops und einer CCD-Kamera werden die von der Laserstrahlung beaufschlagte Wirkstelle und die Düsenbohrung beim Laserschneiden beobachtet, um so Daten für eine On-Line-Qualitätskontrolle zu ermitteln. Eine Integration dieses Meßverfahrens zur Prozeßregelung ist aufgrund zu geringer Bildverarbeitungsgeschwindigkeit ineffektiv.

Durch die DE-OS 35 07 299 ist es bekannt, zur Steuerung von Schweißprozessen die Intensität des beim Schweißen erzeugten Lichtes zu messen und mit einem vorgegebenen Sollwert zu vergleichen. Bei Abweichung vom Sollwert erfolgt eine Nachregelung von den Schweißprozeß steuernden Parametern. Nachteilig ist, daß der Sollwert einmal vorgegeben wird, so daß Sollwertänderungen nicht berücksichtigt werden können.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein geeignetes Verfahren zur weiteren Qualitätsoptimierung bei der Laserstrahl-Materialbearbeitung sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben.

Diese Aufgabe wird verfahrensmäßig durch die im Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. Eine Weiterbildung dieser Aufgabenlösung ist im Anspruch 2 angegeben.

Mit der Erfindung werden folgende Vorteile erzielt: Durch die Erfindung wird eine adaptive Regelung vorgeschlagen, wodurch die Laserstrahl-Materialbearbeitungsgüte qualitativ erhöht werden kann. Das erfindungsgemäße Verfahren kann in Laserstrahlfertigungsprozesse von verschiedenen Werkstoffen integriert werden, beispielsweise beim Schweißen, Schneiden, Abtragen etc. Beim Laserstrahlschneiden von keramischen Werkstoffen entstehen regelmäßig Risse. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die Rißdicke und die Rißlänge erheblich verringert. Üblicherweise entstehen beim Laserstrahlabtragungsprozeß Oberflächenrauheiten; auch diese Oberflächenrauheiten werden durch das erfindungsgemäße Verfahren reduziert. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht reproduzierbare Bearbeitungsergebnisse und trägt somit zur Qualitätssicherung des Produktes bei. Die Erfindung ermöglicht eine Automatisierung des Bearbeitungsprozesses, wodurch die Produktivität erhöht werden kann.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand der beigegeführten Zeichnungen näher erläutert werden, die eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Laserstrahl-Materialbearbeitung mit Meßeinrichtungen zur Erfassung von optischen Signalen während des Bearbeitungsprozesses zeigt.

Die Zeichnung zeigt einen CO₂-Laser 2, dessen Laserstrahl 4 auf ein zu schneidendes Keramikwerkstück 6 gerichtet ist. Das Keramikwerkstück befindet sich auf einem rechnergesteuerten XY-Tisch 8.

Die Laserbetriebsparameter sind ebenfalls rechnergesteuert.

Die vom Keramikwerkstück 6, d.h. von der Laserwirkstelle aus dem Plasma 9 stammenden UV- und UR-Lichtsignale werden von einer UV-Fotodiode 10 und einer UR-Fotodiode 12 erfaßt. Beide optischen Fotodiodenmeßeinrichtungen sind verschiebbar, so daß sie stets mit ihren optischen Achsen bzw. mit dem Brennpunkt ihrer vordersten Linse 14 in der Wirkstelle 16 des Laserstrahles 4 liegen.

Die Meßsignale der Fotodioden gelangen über eine Signalaufbereitungseinrichtung 18 mit Signalaufteilung und Tiefpaß zu einem Prozeßrechner 20.

Mit Hilfe der Fotodioden 10 und 12 wird die UV- und UR-Plasmastrahlungsintensität erfaßt, um zu einer qualitativen Beurteilung des Bearbeitungsergebnisses während des Bearbeitungsprozesses zu gelangen.

Die Meßsignale werden einem Prozeßrechner 20 zugeführt, der hieraus die jeweilige mittlere Plasmastrahlungsintensität ermittelt. Der Prozeßrechner 20 vergleicht diese mittlere Plasmastrahlungsintensität mit einem Sollwert und erzeugt in Abhängigkeit von der Abweichung vom Sollwert Steuersignale für eine Steuereinrichtung 34 zur Steuerung des Vorschubs des Werkstückes 6 und Steuersignale für eine Steuereinrichtung 32 zur Änderung der Tastfrequenz des Lasers oder zur Änderung der Laserleistung, um die Abweichungen der gemessenen mittleren Plasmastrahlungsintensität vom Sollwert zu minimieren.

Die Abtastrate des Prozeßrechners wird hierzu gleich der Pulsfrequenz des Lasers gewählt.

Die Soll-Plasmastrahlungsintensität wird wie folgt ermittelt: Die Laserleistung wird allmählich hochgefahren, beispielsweise über das Tastverhältnis, und es wird dabei die Intensität der Plasmastrahlung auf der Oberseite des Werkstückes, d.h. auf der Laserstrahleintrittsseite, mit Hilfe der UV-/UR-Fotodiodenanordnung 10, 12 gemessen. Auf der Unterseite des Werkstückes, d.h. auf der Laserstrahlaustrittsseite des Werkstückes, ermittelt eine weitere Fotodiode 30 den Durchtritt des Laserstrahles durch das Werkstück. Die bei vollständiger Durchtrennung des Werkstückes gleichzeitig über die Meßsignale der Fotodiode 10 und/oder Fotodiode 12 im Rechner 20 ermittelte mittlere Plasmastrahlungsintensität wird als Sollwert für den Vergleich mit den laufenden Meßergebnissen und für die Regelung im Rechner bereitgestellt. Anhand dieses Sollwertes werden die für eine optimale Bearbeitung erforderlichen Bearbeitungsparameter (Schneidparameter) errechnet. Der Sollwert kann bei jedem Bearbeitungsvorgang (Schneidvorgang) neu ermittelt werden zur automatischen Nachregelung der für die optimale Bearbeitung erforderlichen Bearbeitungsparameter.

Durch das beschriebene Verfahren werden die prozeßbedingten Schwankungen der Plasmastrahlungsintensität verringert und wird damit die Bearbeitungsqualität, beispielsweise die Schneidqualität bei Keramikwerkstücken, wesentlich erhöht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Qualitätsoptimierung bei der Laserstrahlmaterialbearbeitung, insbesondere beim Schneiden von Keramik mittels Laserstrahl, bei dem die Intensität der UV- und UR-Plasmastrahlung der Laserstrahl/Werkstoff-Wechselwirkungsstelle gemessen wird, die mittlere Plasmastrahlungsintensität aus den gemessenen Intensitäten ermittelt und mit einem Sollwert der mittleren Plasmastrahlungsintensität verglichen wird und aus der ermittelten Abweichung Stellwerte zur Nachregelung von Prozeßparametern ermittelt werden zur Minimierung der Abweichung der gemessenen mittleren Plasmastrahlungsintensität vom Sollwert, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung des Sollwertes der mittleren Plasmastrahlungsintensität die mittlere Laserstrahlleistung allmählich erhöht und die Intensität der Plasmastrahlung auf der Oberseite des bearbeiteten Materials gemessen wird, und daß der Durchtritt des Laserstrahles durch das Material meßtechnisch erfaßt und die beim Durchtritt vorhandene Intensität der Plasmastrahlung gemessen und als Sollwert zur Verfügung gestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwert laufend in bestimmten Zeitabständen neu ermittelt wird.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 und 2 mit einem Laser zur Materialbearbeitung, mit wenigstens einer Fotodiode zur Messung der Intensität der UV- und/oder UR-Plasmastrahlung der Laserstrahl/Werkstoff-Wechselwirkungsstelle und mit einem Prozeßrechner zur Auswertung der Meßsignale der Fotodioden zur Ermittlung einer mittleren Plasmastrahlungsintensität aus den Meßwerten, zur Ermittlung einer Abweichung der gemessenen mittleren Plasmastrahlungsintensität von einem vorgegebenen, für eine optimale Materialbearbeitungsgüte erforderlichen Sollwert der mittleren Plasmastrahlungsintensität und zur Erzeugung von Steuersignalen zur Steuerung der Laserleistung und/oder der Tastfrequenz des Lasers und/oder der Vorschubgeschwindigkeit des zu bearbeitenden Werkstückes in Abhängigkeit von der Abweichung der gemessenen mittleren Plasmastrahlungsintensität vom Sollwert zur Minimierung dieser Abweichung, dadurch gekennzeichnet, daß zur meßtechnischen Erfassung des Durchtritts des Laserstrahles durch das Werkstück auf der zur Laserstrahl/Werkstoff-Wechselwirkungsstelle (16) gegenüberliegenden Seite des Werkstückes (6) eine weitere Fotodiode (30) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

